

## LASER DIODE MODULE INCORPORATING ISOLATOR

Patent Number: JP1094309

Publication date: 1989-04-13

Inventor(s): YAMASHITA JUNICHIRO; others: 03

Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Requested Patent:  JP1094309

Application Number: JP19870252720 19871007

Priority Number(s):

IPC Classification: G02B6/42; G02B6/32; G02B27/28

EC Classification:

Equivalents:

---

### Abstract

---

PURPOSE:To miniaturize a laser diode module by using only a semispherical lens consisting of a single high-refractive index crystal as a coupling lens.

CONSTITUTION:This laser diode module consists of a laser diode 1 an optical fiber 7, an optical system which forms the emitted light of the laser diode 1 on the end face of the optical fiber 7, and an optical isolator where a Faraday rotator 3 and a birefringence plate 5 provided in the optical path between the laser diode 1 and the optical fiber 7 are combined. A semispherical lens 18 which has a plane on the side of the laser diode 1 and consists of a high- refractive index crystal is used as the optical system. Thus, the small-sized optical system having a sufficient image forming characteristic is obtained.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑯ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報 (A) 平1-94309

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>G 02 B 6/42  
6/32  
27/28

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)4月13日

8507-2H  
8507-2H  
8106-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 アイソレータ内蔵レーザダイオードモジュール

⑯ 特願 昭62-252720

⑰ 出願 昭62(1987)10月7日

⑱ 発明者 山下 純一郎 神奈川県鎌倉市大船5丁目1番1号 三菱電機株式会社情報電子研究所内

⑲ 発明者 中村 猛 神奈川県鎌倉市大船5丁目1番1号 三菱電機株式会社情報電子研究所内

⑳ 発明者 伊東 尚 神奈川県鎌倉市大船5丁目1番1号 三菱電機株式会社情報電子研究所内

㉑ 発明者 金子 進一 神奈川県鎌倉市大船5丁目1番1号 三菱電機株式会社情報電子研究所内

㉒ 出願人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

㉓ 代理人 弁理士 大岩 増雄 外2名

## 明細書

## 1. 発明の名称

アイソレータ内蔵レーザダイオードモジュール

## 2. 特許請求の範囲

(1) レーザダイオードと、光ファイバと、前記レーザダイオードの放射光を前記光ファイバの端面に結像する光学系と、前記レーザダイオードと前記光ファイバとの間の光路中に設けられたフーラー回転子と複屈折板との組合せにより成る光アイソレータで構成されるアイソレータ内蔵レーザダイオードモジュールにおいて、上記光学系として、レーザダイオード側に平面を持ち、高屈折率結晶を素材とする半球レンズを用いたことを特徴とするアイソレータ内蔵レーザダイオードモジュール。

(2) 上記高屈折率結晶として、シリコン結晶、GaAs、CdTe、ZnSe、ZnS、AgClのうちのいずれか1つを用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のアイソレータ内蔵レーザダイオードモジュール。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

この発明は、光ファイバを用いた信号伝送系に使用される、レーザダイオードを用いた光源の小型化に関するものである。

## 〔従来の技術〕

第2図は、例えば、蟹波らによる“ア-180方式用光回路”(研究実用化報告、第38巻・第2号、1987年、日本電信電話株式会社発行)に示された、従来のアイソレータ内蔵形レーザダイオードモジュールの光学系の構成図である。図において、(1)はレーザダイオード(以下LDと略す)、(2)は光学ガラス製の第1レンズ、(3)は通過する光の偏波方向を45°回転させるフーラー回転子、(4)はフーラー回転子(3)を磁化するための磁石、(5)は複屈折板、(6)は光学ガラス製の第2レンズ、(7)は光ファイバである。ここでフーラー回転子(3)、磁石(4)、複屈折板(5)より成るアイソレータは光ファイバ(7)からの放射光が、LD(1)に結合することを防止し、LD(1)の動作を安定化させる。

次に動作について説明する。第3図は、光学系主要部における、各偏波成分の光線の位置を示す図である。同図においては、基本的な動作をわかりやすく説明するため、第2図における第2レンズ(6)の機能は、第1レンズ(2)に含めて1つのレンズ(6)として表わしている。同図の下段における十字線と矢印は、LD(1) - フアラデー回転子(3)間、フアラデー回転子(3) - 複屈折板(5)間、複屈折板(5) - 光ファイバ(7)間のそれぞれにおいて、光軸方向を見たときに、十字線の交点で表わされる光軸の位置と太矢印の方向で表わされる偏波方向と、太矢印の位置で表わされる近軸光線の位置を各々示すものである。

まず、LD(1)から光ファイバ(7)側へ進む光線について説明する。LD(1)の放射光(9)は、一般に直進偏光である。フアラデー回転子(3)を通過した後のLD(1)の放射光(9)は、偏波方向が、LD(1)の放射光(9)に対して45°回転している。複屈折板(5)の結晶軸は、フアラデー回転子(3)を通過したLD(1)の放射光(9)が、常光となるような向きに配置さ

アイバ(7)からの放射光(9)について説明する。複屈折板(5)を通過した、上記の放射光(9)は、光軸とは外された位置を進み、フアラデー回転子(3)で偏波方向を45°回転されて、LD(1)近傍への入射光(9)となる。上記のLD(1)近傍への入射光(9)は、複屈折板(5)の働きにより、LD(1)の発光部とは異なる点に入射するため、LD(1)の動作に擾乱を及ぼさない。

以上に述べたように、アイソレータ内蔵形レーザダイオードモジュールにおいては、LD(1)からの放射光は光ファイバ(7)に結合するか、逆に光ファイバ(7)からの放射光は、LD(1)の放射光と偏波方向が直交している成分、もしくは、発光部とは異なる位置に入射する成分のみに変換されるため、LD(1)とは結合せず、LD(1)を安定に動作させることができ。しかしながら、レンズ(6)に収差があり、結像特性が劣つていて、LD(1)の発光部とは異なる点へ結像すべき成分の一部が、LD(1)の発光部へ入射し、上記目的を達成することができない。従つて、従来のアイソレータ内蔵形レー

れており、初屈折板(5)を通過した後のLD(1)の放射光(9)は光軸上に集束し、光ファイバ(7)へと入射する。

次に、光ファイバ(7)からLD(1)側へ進む光線について説明する。光ファイバ(7)中を伝搬する光は一般には無偏光と考えられる。そこで、光ファイバ(7)からの放射光を、複屈折板(5)にとつて常光となる成分と、異常光となる成分とに分けて考える。なお、両成分の偏波方向は互いに直交している。

まず、複屈折板(5)にとつて常光となる、光ファイバ(7)からの放射光(9)について説明する。複屈折板(5)を通過した複屈折板(5)にとつて常光となる光ファイバ(7)からの放射光(9)は、光軸上をそのまま進み、フアラデー回転子(3)で偏波方向を45°回転されて、LD(1)への入射光(9)となる。しかしながら、このLD(1)への入射光(9)は、LD(1)の放射光(9)と偏波方向が直交しており、互いに干渉しない。従つて、上記のLD(1)への入射光(9)は、LD(1)の動作に擾乱を与えない。

次に、複屈折板(5)にとつて異常光となる、光フ

ザダイオードモジュールの多くは、2つの光学ガラス製レンズを用いて、必要な結像特性を得ていた。第2図に示したレンズ構成は、その一例である。

#### [発明が解決しようとする問題点]

従来のアイソレータ内蔵形レーザダイオードモジュールは、以上のように複数のレンズで構成されていたため、光学系が大きくなり、モジュール全体の小形化の妨げとなっていた。

この発明は、上記の問題点を解消するためになされたもので、小形のアイソレータ内蔵形レーザダイオードモジュールを実現することを目的とする。

#### [問題点を解決するための手段]

この発明に係るアイソレータ内蔵形レーザダイオードモジュールは、単一の高屈折率結晶による半球レンズのみを、結合用レンズとして用いるようしたものである。

#### [作用]

この発明におけるアイソレータ内蔵形レーザダ

イオードモジュールは、単一の低収差な高屈折率結晶による半球レンズを用いることにより、十分な結像特性と共に、小さな光学系が実現できる。

#### [発明の実施例]

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第1図において、(1)はシリコン結晶製半球レンズであり、(2)～(7)は前記従来のアイソレータ内臓形レーザダイオードモジュールと、全く同一のものである。

高い屈折率を有する材料を用いたレンズにおいては、低い屈折率を有する材料を用いたレンズに比べ、同一の屈折力を持つ場合においても、レンズ表面の曲率が小さいため、収差が少なくなる。可視光領域で、レンズ材料として用いられる光学ガラスの屈折率は、せいぜい2程度であるが、光通信で広く用いられる1.2～1.8μmの波長領域においては、より高い屈折率を有する物質が存在する。半導体材料として知られているシリコン単結晶もその1つであり、上記波長領域における屈折率は、約1.5である。また、シリコン単結晶は

半球レンズ(1)を、結合レンズとして用いたアイソレータ内臓形レーザダイオードモジュールの構成例であり、結合レンズが単一レンズであるにもかかわらず、低収差であるため、光学系が小形であるにもかかわらず、アイソレータのアイソレーションが高くとれる。

なお、以上では、半球レンズの材料として、シリコン単結晶を用いた例を示したが、この他に、 $\text{GaAs}$ 、 $\text{CdTe}$ 、 $\text{ZnSe}$ 、 $\text{ZnS}$ 、 $\text{AgCl}$ などの高屈折率材料を用いても良い。

また、レンズ表面のフレネル反射を防ぐため、その表面に無反射コーティングを施すことは周知の技術である。

#### [発明の効果]

以上のように、この発明によれば、結合レンズとして、シリコン単結晶を用いた半球レンズを適用したので、小形でかつ高いアイソレーション特性を有するアイソレータ内臓形レーザダイオードモジュールを実現できる効果がある。

#### 4. 凸面の簡単な説明

原材料が豊富なため、比較的安価である、加工性が良い、等の特長を有する。

小形で高精度なレンズ形状として、球レンズがある。このレンズは、光学材料を、ボールベーリングの鋼球を製造する方法と同様な方法で、球状に加工することによって実現できる。しかし、高屈折材料を用いた球レンズは、同一の焦点距離を有する、低屈折率材料による球レンズよりも直径が大きくなり、場合によつては実用的な大きさを超える。また、LD(1)の発光領域のサイズは、光ファイバ(1)の受光部よりも小さいため、結合レンズのLD(1)側の屈折力を、光ファイバ(7)側の屈折力よりも小さくし、かつ、LD(1)の発光領域の拡大倍率を、光ファイバ(7)の端面に結像する光学系が高い結合効率をもたらす。

従つて、高屈折率材料を用いた結合レンズとしては、LD(1)側を平面に研磨した球レンズ、すなわち、半球レンズが有用である。

第1図に示した一実施例は、高屈折率材料としてシリコン単結晶を用い、LD(1)側に平面を持つ

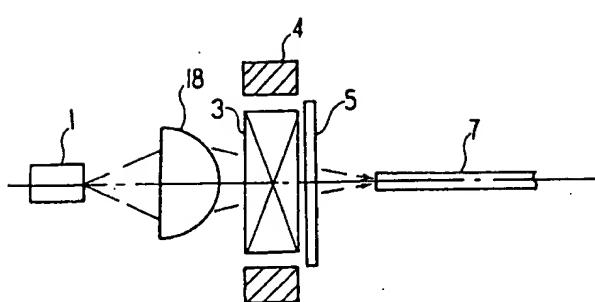
第1図はこの発明の一実施例を表わす構成図、第2図は従来のアイソレータ内臓形レーザダイオードモジュールの構成図、第3図はアイソレータ内臓形レーザダイオードモジュールの動作説明図である。

図中、(1)はレーザダイオード、(2)はシリコン結晶製半球レンズ、(3)はフアラデー回転子、(4)は磁石、(5)は複屈折板、(7)は光ファイバである。

なお、同一あるいは相当部分には、同一符号を用いて示した。

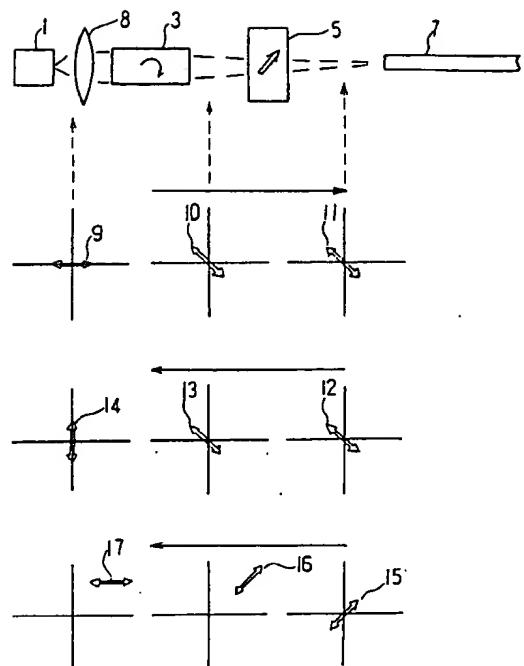
代理人 大岩 増雄

第1図



- 1: レーザダイオード  
3: フラーテー回転子  
4: 磁石  
5: 複層板  
7: 光ファイバー  
18: シリコン結晶製半球レンズ

第3図



第2図

